BULLETIN DU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE
2e Série — Tome 35 — N° 3, 1963, pp. 247-252.

INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE SUR LA MORPHOLOGIE DU PANCRÉAS DE L'ANGUILLE (ANGUILLA ANGUILLA *L.*)

Par P. PALAYER

Le pancréas de l'Anguille semble sujet à des modifications qualitatives et quantitatives, qui sont fonction d'états physiologiques divers présentés par l'animal au cours de son cycle vital (résultats inédits). Nous avons commencé l'analyse expérimentale de ces fluctuations par l'étude de l'influence de l'alimentation et de la thyroxine sur le pancréas de l'Anguille (Palayer, 1962). La température exerce elle aussi une action sur le pancréas et nous rapportons ici les résultats d'une des expériences effectuées.

Matériel et méthodes.

Des Civelles provenant de la région de Nantes, au stade 6 A II et 6 A III, arrivées au Laboratoire à la fin du mois de mars, ont été gardées à partir de cette date à des températures différentes : 10° et 20°, pendant 12 semaines ; pour chaque température d'élevage un groupe d'animaux était maintenu à jeun, un autre groupe nourri ad libitum avec des larves de chironome. En fait, certaines irrégularités dans les températures et dans l'approvisionnement en vers de vase se sont produites au cours des six premières semaines ; mais les conditions de l'expérience ont été rigoureuses au cours des six dernières semaines précédant le sacrifice.

Aux techniques utilisées et décrites antérieurement (Palayer, 1962), nous avons adjoint l'évaluation de la surface nucléaire moyenne. Des noyaux de cellules langerhansiennes pris systématiquement sur une des coupes du plus gros îlot de chaque animal ont été dessinés (30 par individu). La mesure du diamètre maximum et du diamètre perpendiculaire à celui-ci a permis d'obtenir la valeur de la surface nucléaire, considérée comme elliptique.

Résultats.

Avant la présentation des résultats, quelques remarques sont nécessaires, dues au fait que la température exerce une influence sur le comportement des animaux et sur leur alimentation en particulier. Alors

que les Civelles élevées à 20° se sont alimentées dès qu'elles furent placées à cette température, un certain retard fut constaté chez les Civelles élevées à 10°, retard plus ou moins important, suivant les individus ; aussi l'ensemble constitué par ces dernières est-il peu homogène. La considération de leurs poids et de leur coefficient de condition permet toutefois de les distribuer en deux groupes : le groupe de celles qui se sont peu alimentées ou tardivement, le groupe de celles qui ont pris plus de nourriture.

Ainsi que nous l'avions déjà noté (Palayer, 1962), le jeûne est corrélatif d'une hypoplasie du pancréas endocrine. Parmi les Civelles élevées à 20°, le volume relatif du pancréas endocrine rapporté au poids du corps est plus faible chez les jeûneurs que chez les alimentés. La différence entre les deux valeurs, bien que significative, est faible (jeûneurs : 2,41 ; alimentés : 2,94), car dans cette évaluation intervient le poids du corps, lequel n'est pas comparable d'un groupe à l'autre. L'hypoplasie du pancréas des animaux à jeun apparaît plus nettement si l'on considère la surface moyenne des îlots (jeûneurs : 30,7 ; alimentés ; 57,8) ou la surface nucléaire moyenne (jeûneurs : 9,91 ; alimentés : 16,23).

Le tableau suivant indique les valeurs numériques obtenues : moyenne suivie de l'erreur standard :

—		Poids	Coeff. de cond.	Pancréas Exocrine (vol. rel.)	Pancréas Endocrine (vol. rel.)	Rapport de Richardson et Young	Surf. insul. moyenne	Surf. nucléaire moyenne
10°	Bien alimentés (3)	389,0 ±36,7	1,03 ±0,08	0,47 ±0,04	4,98 ±0,20	10,84 ±1,12	75,83 ±7,9	23,12 ±0,63
10°	Peu alimentés (3)	251,0 ±19,3	0,88 ±0,03	0,48 ±0,09	3,59 ±0,29	8,01 ±1,65	68,83 ±6,2	20,20 ±0,66
10°	Moyenne des 2 groupes alimentés (6)	320,0 ±35,5	0,96 ±0,05	0,48 ±0,04	4,28 ±0,35	9,43 ±0,89	72,33 ±3,1	21,59 ±0,41
10°	A jeun (4)	249,8 ±11,4	0,80 ±0,03	0,12 ±0,01	3,76 ±0,15	33,3 ±2,94	66,74 ±5,3	18,54 ±0,59
20°	Nourris (4)	684,8 ±104	1,23 ±0,06	0,60 ±0,09	2,94 ±0,06	5,02 ±0,41	57,79 ±7,0	16,23 ±0,70
20°	A jeun (3)	187,7 ±12,3	0,56 ±0,02	0,08 ±0,005	2,41 ±0,16	34,29 ±1,30	30,71 ±2,6	9,91 ±1,0

Entre parenthèses : le nombre des animaux.

A température plus basse (10°) l'importance du facteur alimentation sur la morphologie du pancréas endocrine reste manifeste, mais est moindre qu'à température plus haute. Le volume relatif du pancréas endocrine, la surface insulaire moyenne et la surface nucléaire moyenne sont plus faibles chez les Civelles à jeun que chez celles qui se sont bien alimentées. Chez les animaux qui se sont peu alimentés, les indices précédents sont ou bien voisins de ceux des animaux gardés à jeun ou bien intermédiaires entre ceux des jeûneurs et ceux des alimentés.

Action de la température sur le pancréas endocrine des animaux nourris :

Le volume relatif du pancréas endocrine, rapporté au poids du corps des animaux élevés à 10°, est plus important que celui des animaux élevés à 20°. Cette différence de volume n'est pas due au coefficient de condition, moins élevé chez les animaux gardés à 10°, car elle subsiste, bien qu'amoindrie, si l'on corrige le volume relatif, rapporté au poids, par le coefficient de condition (à 10° : 5,15 ; à 20° : 3,62) ; ce qui revient à comparer des animaux de longueur identique :

$$\frac{\textit{Pancréas endocrine}}{\text{Poids}} \times \text{Coefficient de condition} = \frac{\textit{Pancréas endocrine}}{(\text{Longueur})^{3}}$$

Cette relative hypertrophie de l'ensemble du tissu langerhansien des Civelles, maintenues à 10°, s'accompagne d'une hypertrophie des îlots, dont la surface moyenne est de 75,8 à 10°, contre 57,8 à 20° et d'une hypertrophie des noyaux (à 10° : 23,1 ; à 20° : 16,23 ; $p \# 0{,}001$) ; le nucléole est également plus gros à 10°. En outre, les granulations colorables par la fuchsine paraldéhyde paraissent moins nombreuses à 10°.

Il est possible de préciser, malgré la pauvreté en granulations spécifiques β que l'hypertrophie nucléaire intéresse aussi bien les cellules β que les autres cellules non —β (Dans l'impossibilité où nous nous sommes trouvés jusqu'à présent de distinguer, parmi les cellules non colorables par la fuchsine paraldehyde, des catégories cellulaires nettes et en particulier, de mettre en évidence de façon positive des cellules α, nous nous contenterons de parler de cellules β et des cellules non-classées ou non —β).

Sur les animaux gardés à jeun :

La température agit dans le même sens que sur les animaux nourris. Le pancréas endocrine des jeûneurs à 10° est plus volumineux que celui des jeûneurs à 20°, que le volume soit rapporté au poids du corps ou au cube de la longueur. La différence de volume est encore plus nette que dans le cas précédent et intéresse aussi les îlots (surface moyenne de l'îlot des jeûneurs à 10° : 66,7 ; à 20° : 30,7) et les noyaux (à 10° : 18,54 ; à 20° : 9,91). Mais contrairement à ce qui se produit chez les alimentés le tissu langerhansien à 10°, bien que pauvre en granulations β, l'est moins que celui des jeûneurs à 20°.

Discussion.

La comparaison des animaux nourris à 20° et à 10° laisserait penser à une activité relativement plus grande du pancréas endocrine à basse température, si l'on considérait la taille plus importante des noyaux et le nombre moins grand de granulations β. Ces deux indices : hypertrophie nucléaire et dégranulation, se retrouvent dans le pancréas d'animaux dont la sécrétion insulinique a été sollicitée par des injections de glucose ou par le maintien d'une glycémie artificiellement élevée (Kolossov, 1927, sur le Triton ; Woerner, 1938, sur le Cobaye).

Cependant, la pauvreté en granulations β peut être aussi attribuable à une élaboration plus faible de l'hormone ou de ses précurseurs et comme en outre les capillaires paraissent plus rares à 10° qu'à 20°, il se pourrait que la glande, moins irriguée, soit moins active.

L'ignorance où nous sommes de l'influence de la température sur le niveau glycémique de l'Anguille ne permet pas de préciser si les cellules langerhansiennes sont davantage sollicitées à basse température ou si leur sensibilité au niveau glycémique varie avec la température.

Il est bien connu, par contre, que la température élevée agit en augmentant le métabolisme, directement et indirectement. On pourrait supposer que la part des sucres apportés par l'alimentation et utilisée dans le sens du catabolisme est relativement plus grande à température élevée qu'à température plus basse, alors que l'apport alimentaire serait utilisé plutôt dans le sens de l'anabolisme à température plus basse. Or, l'examen histologique du foie des Anguilles, coloré à l'acide périodique-réactif de Schiff, nous a montré que la quantité de glycogène est plus importante chez les Civelles gardées à 10° que chez celles gardées à 20° ; et surtout il existe une surcharge lipidique dans le foie des animaux à 10° : aspect blanchâtre du foie, cellules hépatiques avec grosses vacuoles et noyau décentré.

Un autre élément d'explication de la diversité des images pancréatiques à 10° et à 20°, réside dans le fait que la thyroïde est plus active à température élevée (Leloup, 1958). Nous avons déjà montré (Palayer, 1962) que la thyroxinisation de jeunes Anguilles, provoque une hypoplasie du tissu langerhansien, notamment une hypoplasie nucléaire, avec granulations β plus serrées. Ainsi, les changements d'aspect du pancréas endocrine, après thyroxinisation sont-ils qualitativement parallèles à ceux que provoque l'élévation de la température. Sachant par ailleurs que l'hyperthyroïdie entraîne une diminution des lipides hépatiques, et de réserve (Olivereau, 1945 ; Olivereau et Leloup, 1950 ; Baraduc, 1959), l'hypothèse d'une intervention de la thyroïde dans l'action exercée par la température sur le pancréas est plausible.

L'examen des résultats *concernant les animaux à jeun* à 10° et à 20° montre que la température basse a ralenti considérablement, sinon annulé, l'effet hypoplasiant du jeûne sur le pancréas endocrine. Ce dernier conserve un aspect fonctionnel, noyaux volumineux et quelques granulations fuchsine-paraldéhyde positives, chez les jeûneurs à 10°,

alors que le pancréas endocrine des jeûneurs à 20° est atrophié. Par ailleurs, alors que le foie des jeûneurs à 20° a perdu ses réserves glucidiques et lipidiques, celui des jeûneurs à 10° conserve en abondance glycogène et inclusions lipidiques. Il n'est peut-être pas indu d'attribuer ce maintien de réserves hépatiques à la présence encore intacte du tissu langerhansien.

Il existe peu de travaux portant sur l'action de la température qui nous permettent de confronter les résultats apportés ici avec d'autres données. Alors que Schätzle (1954) note des changements morphologiques saisonniers considérables du pancréas endocrine de téléostéens d'eau douce (changements qui pourraient être attribués, partiellement du moins, à l'action de la température), Falkmer (1961), travaillant sur *Cottus scorpius* ne trouve aucune différence saisonnière, ni quantitative, ni qualitative, dans les images histologiques du pancréas de ce téléostéen marin. Cette divergence des résultats peut trouver sa raison, en dehors de différences spécifiques éventuelles, dans le fait que les variations de température sont généralement moins importantes en milieu marin qu'en eau douce. Par ailleurs, des facteurs divers sont impliqués dans les changements saisonniers, ce qui ne permet pas de tirer de conclusions sur l'influence de la seule température.

Résumé.

Le maintien de Civelles à température élevée (20°) modifie le tissu langerhansien, par rapport à celui de Civelles maintenues à température plus basse (10°), dans le sens d'une relative hypoplasie globale, s'accompagnant d'une hypoplasie nucléaire. De plus, si les Civelles sont alimentées, les granulations β sont plus denses pour une température plus élevée ; par contre, si elles sont gardées à jeun, les granulations sont moins denses pour une température plus élevée.

Ces images histologiques pourraient s'expliquer en admettant que la température basse agit, d'une part en ralentissant la synthèse hormonale, et d'autre part en favorisant les réactions anaboliques par rapport aux réactions cataboliques.

BIBLIOGRAPHIE

Baraduc (M. M.), 1954. — Influence de la thyroxinisation de jeunes Truites arc-en-ciel (Salmo Gairdneri) sur la teneur en lipides viscéraux et périviscéraux. *C. R. Acad. Sci.*, **238**, pp. 728-730.

Falkmer (S.), 1961. — Experimental Diabetes Research in Fish. *Acta Endoc.*, suppl. 59.

Kolossow (N. G.), 1927. — Uber die morphologische Bedeutung der Langerhanschen Inseln. *Zeitschr. mikrosk. anat. Forsch.*, **11**, pp. 43-66.

Leloup (J.), 1958. — Influence de la température sur le fonctionnement thyroïdien de l'Anguille normale. *C. R. Acad. Sci.*, **247**, pp. 244-246.

Olivereau (M.), 1949. — L'activité thyroïdienne de Scyllium Canicula L. au cours du cycle sexuel. *C. R. Soc. Biol.*, **143**, pp. 247-250.

OLIVEREAU (M.) et LELOUP (J.), 1950. — Variations du rapport hépatosomatique chez la Roussette (Scyllium canicula L.) au cours du développement et de la reproduction. *Vie et Milieu*, **1**, 4, pp. 377-420.

PALAYER (P.), 1962. — Influence de l'alimentation et de la thyroxine sur la morphologie du pancréas de l'Anguille (Anguilla anguilla L.). *C. R. Soc. Biol.*, **16**, p. 786.

SCHATZLE (W.), 1954. — Die Jahreszeitlichen Veränderungen der Teleostierinseln. Beitrag zur Cytologie des endokrinen Pankreas. *Ann. Univ. Sarav., Med.*, **2**, n° 1, pp. 19-56.

WOERNER (C. A.), 1938. — Studies of the islets of Langerhans after continous intravenous injection of dextrose. *Anat. Rec.*, **71**, pp. 33-38.